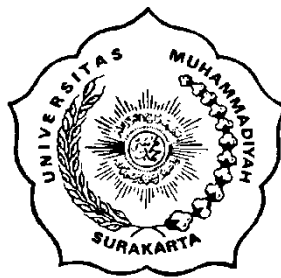


NASKAH PUBLIKASI

PRARANCANGAN PABRIK METIL METAKRILAT
DARI ASETON SIANOHIDRIN DAN METANOL
KAPASITAS 50.000 TON PER TAHUN



Oleh :
Isnaini Pamungkas Yunanto
D 500 080 007

Dosen Pembimbing
1. Dr. M. Mujiburohman
2. Kun Harismah, Ph.D.

JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
SURAKARTA

2013

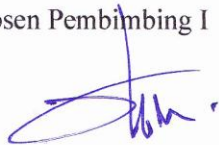
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK KIMIA

Nama : Isnaini Pamungkas Yunanto
NIM : D 500 080 007
Judul Tugas Akhir : Prarancangan Pabrik Metil Metakrilat dari Aseton
Sianohidrin dan Metanol Kapasitas 50.000 Ton per
Tahun
Dosen Pembimbing : 1. Dr. M. Mujiburohman
2. Kun Harismah, Ph.D.

Surakarta, Mei 2013

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I



Dr. M. Mujiburohman

NIK. 794

Dosen Pembimbing II



Kun Harismah, Ph.D.

NIK. 402

SURAT PERNYATAAN
PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Bismillaahirrahmaanirrohiim

Yang bertanda tangan dibawah ini, saya:

Nama : Isnaini Pamungkas Yunanto
NIM : D 500 080 007
Fakultas/Jurusan : Teknik/Teknik Kimia
Jenis : Skripsi
Judul : Prarancangan Pabrik Metil Metakrilat dari Aseton
Sianohidrin dan Metanol Kapasitas 50.000 Ton per
Tahun.

Dengan ini menyatakan bahwa saya menyetujui untuk:

1. Memberikan hak bebas royalti kepada Perpustakaan UMS atas penulisan karya ilmiah saya, demi pengembangan ilmu pengetahuan,
2. Memberikan hak menyimpan, mengalih mediakan/mengalih formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, serta menampilkannya dalam bentuk *softcopy* untuk kepentingan akademis kepada Perpustakaan UMS, tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta,
3. Bersedia dan menjamin untuk menanggung secara pribadi tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UMS, dari semua bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran hak cipta dalam karya ilmiah ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan semoga dapat digunakan sebagaimana semestinya.

Surakarta, 30 Mei 2013

Yang Menyatakan



Isnaini Pamungkas Yunanto

INTISARI

Indonesia merupakan salah satu negara yang membutuhkan metil metakrilat untuk keperluan industri. Kebutuhan akan bahan tersebut mengalami peningkatan tiap tahunnya, akan tetapi di Indonesia sendiri belum ada industri yang memproduksinya. Sehingga, kebutuhan metil metakrilat diimpor dari negara lain. Dalam 5 tahun terakhir impor metil metakrilat mengalami peningkatan 2,5 hingga 6 ton dengan harga beli yang semakin meningkat pula. Maka dari itu, direncanakan pendirian pabrik metil metakrilat dengan kapasitas 50.000 ton/tahun.

Metil metakrilat dibuat melalui reaksi hidrolisis aseton sianohidrin dan asam sulfat menjadi metakrilamid sulfat. Kemudian metakrilamid sulfat diesterifikasi dengan metanol menjadi metil metakrilat dan amonium bisulfat. Kedua proses tersebut dilakukan di dalam Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB). Reaksi berlangsung pada fase cair, yang mana masing-masing reaksi dijalankan pada suhu dan tekanan 130°C, 1 atm; dan 110°C, 5 atm. Untuk memurnikan metil metakrilat dilakukan proses destilasi dan dekantasi sehingga diperoleh produk dengan kemurnian 99%. Pabrik metil metakrilat dengan kapasitas 50.000 ton per tahun ini membutuhkan bahan baku aseton sianohidrin sebanyak 55.429,609 ton per tahun, asam sulfat sebanyak 102.202,533 ton per tahun, dan metanol sebanyak 21.288,846 ton per tahun. Selain itu, pabrik ini juga ditunjang dengan unit utilitas dengan kebutuhan tiap tahunnya meliputi: 285.098,045 ton air, 47.592,387 ton steam, 8.832.082,935 liter bahan bakar, 8.691.841,323 kW listrik, dan 475.200 m³ udara tekan.

Dari hasil analisis ekonomi diperoleh parameter-parameter ekonomi sebagai berikut: *Percent Return On Investment* (ROI) sebelum pajak sebesar 74,76% dan setelah pajak sebesar 52,33%; *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak sebesar 1,2 tahun sedangkan setelah pajak sebesar 1,6 tahun; *Break Even Point* (BEP) sebesar 41%; *Shut Down Point* (SDP) sebesar 30,55%; dan *Discounted Cash Flow* (DCF) sebesar 53,09%. Berdasarkan data di atas maka pabrik ini layak untuk didirikan.

Kata kunci : metil metakrilat, aseton sianohidrin, RATB

A. Pendahuluan

Perkembangan industri di Indonesia khususnya industri kimia terus mengalami peningkatan. Dengan meningkatnya industri kimia, maka kebutuhan unsur-unsur penunjang industri juga meningkat. Kebutuhan bahan baku dan bahan penunjang industri di Indonesia masih banyak didatangkan dari luar negeri. Jika bahan baku dan penunjang ini bisa dihasilkan sendiri di dalam negeri tentunya dapat menghemat pengeluaran devisa, meningkatkan ekspor, membuka lapangan pekerjaan baru, dan juga dapat meningkatkan penguasaan teknologi.

Metil metakrilat (MMA) merupakan salah satu bahan kimia yang pengadaannya masih didatangkan dari luar negeri. Berdasarkan data yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) diketahui bahwa kebutuhan MMA di Indonesia cenderung mengalami peningkatan setiap tahunnya. Pada 5 tahun terakhir impor MMA di Indonesia mengalami peningkatan sebesar 2,5 hingga 6 ton dengan harga yang terus meningkat pula. Apabila di Indonesia telah berdiri sebuah pabrik MMA maka pengeluaran devisa akan lebih hemat dan ekspor akan meningkat.

Hal diatas dapat menjadi pertimbangan yang cukup untuk mengkaji lebih dalam gagasan pendirian pabrik metil metakrilat di Indonesia sebagai investasi untuk masa depan.

B. Perancangan Kapasitas

Tabel 1.1 Impor MMA di Indonesia

| No. | Tahun | Berat (kg) |
|-----|-------|------------|
| 1 | 2000 | 11.798.256 |
| 2 | 2001 | 11.802.208 |
| 3 | 2002 | 14.890.236 |
| 4 | 2003 | 12.411.280 |
| 5 | 2004 | 21.538.326 |
| 6 | 2005 | 22.682.810 |
| 7 | 2006 | 28.201.586 |
| 8 | 2007 | 26.590.494 |
| 9 | 2008 | 30.173.959 |
| 10 | 2009 | 32.814.543 |
| 11 | 2010 | 39.234.097 |
| 12 | 2011 | 42.590.949 |
| 13 | 2012 | 44.968.759 |

(Anonim, 2013)

Selain itu kebutuhan MMA sangat diperlukan di negara-negara lain seperti Amerika, Cina, Jepang, Korea, Taiwan, Australia, negara-negara Timur Tengah, dan beberapa negara Eropa (Anonim, 2012).

Bahan baku yang digunakan untuk industri MMA adalah aseton sianohidrin, asam sulfat, dan metanol. Bahan baku berupa asam sulfat diperoleh dari PT. Petrokimia Gresik (kapasitas 600.000 ton/tahun) dan bahan baku yang berupa metanol dapat diperoleh dari pulau Kalimantan terutama pulau Bunyu, sedangkan bahan baku yang berupa aseton sianohidrin diperoleh secara impor dari negara Jepang, Singapura, dan Taiwan.

Diketahui bahwa kapasitas minimal yang sudah ada untuk pendirian pabrik MMA adalah 10.000 ton/tahun yang berlokasi di Brazil (Kirk dan Othmer, 1995). Sedangkan kapasitas terbesar sampai saat ini untuk pabrik

ini adalah 640.000 ton/tahun dengan lokasi pabrik di Amerika Serikat (Weissermel dan Jorgen, 2003).

Berdasarkan pada kebutuhan produk, ketersediaan bahan baku, dan kapasitas pabrik yang sudah ada, maka dalam perancangan pabrik MMA ditentukan kapasitas sebesar 50.000 ton/tahun. Kapasitas ini ditetapkan dengan beberapa tujuan antara lain:

1. Dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri,
2. Dapat diekspor sehingga menghasilkan devisa bagi negara,
3. Dapat membuka lapangan pekerjaan baru.

Berdasarkan pertimbangan ketersediaan bahan baku, pemasaran, transportasi, tenaga kerja, utilitas air, iklim, dan sarana komunikasi, maka lokasi pabrik MMA ini ditetapkan di Gresik, Jawa Timur.

C. Pemilihan Jenis Proses

Berdasarkan bahan baku yang digunakan terdapat beberapa proses pembuatan MMA, yaitu:

1. Metil metakrilat dari aseton sianohidrin,
2. Metil metakrilat dari isobutilen,
3. Metil metakrilat dari etilen,

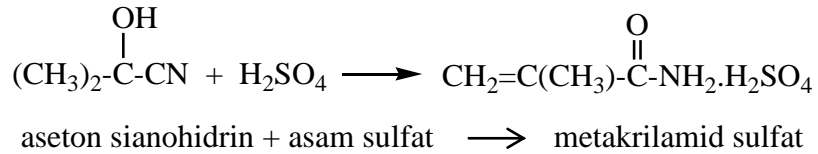
Dari beberapa proses di atas dipilih proses pembuatan MMA dari aseton sianohidrin karena lebih aman dibandingkan proses yang lain. Proses ini berjalan pada fase cair-cair dalam Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB). Suhu dan tekanan operasi juga tidak terlalu tinggi, sehingga aman untuk dijalankan. Selain itu konversi yang dihasilkan juga paling tinggi, yaitu 98% (Gupta dan Edwards, 2003).

D. Tinjauan Kinetika

Mekanisme reaksi dalam pembentukan MMA dapat ditinjau melalui dua tahap reaksi sebagai berikut (Kirk dan Othmer, 1995):

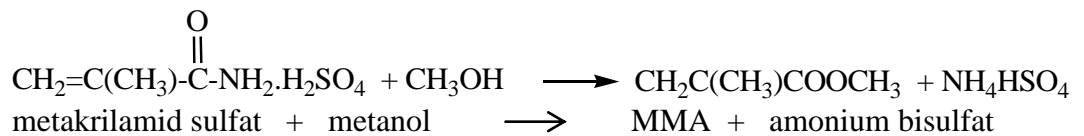
Reaksi hidrolisis

Reaksi:



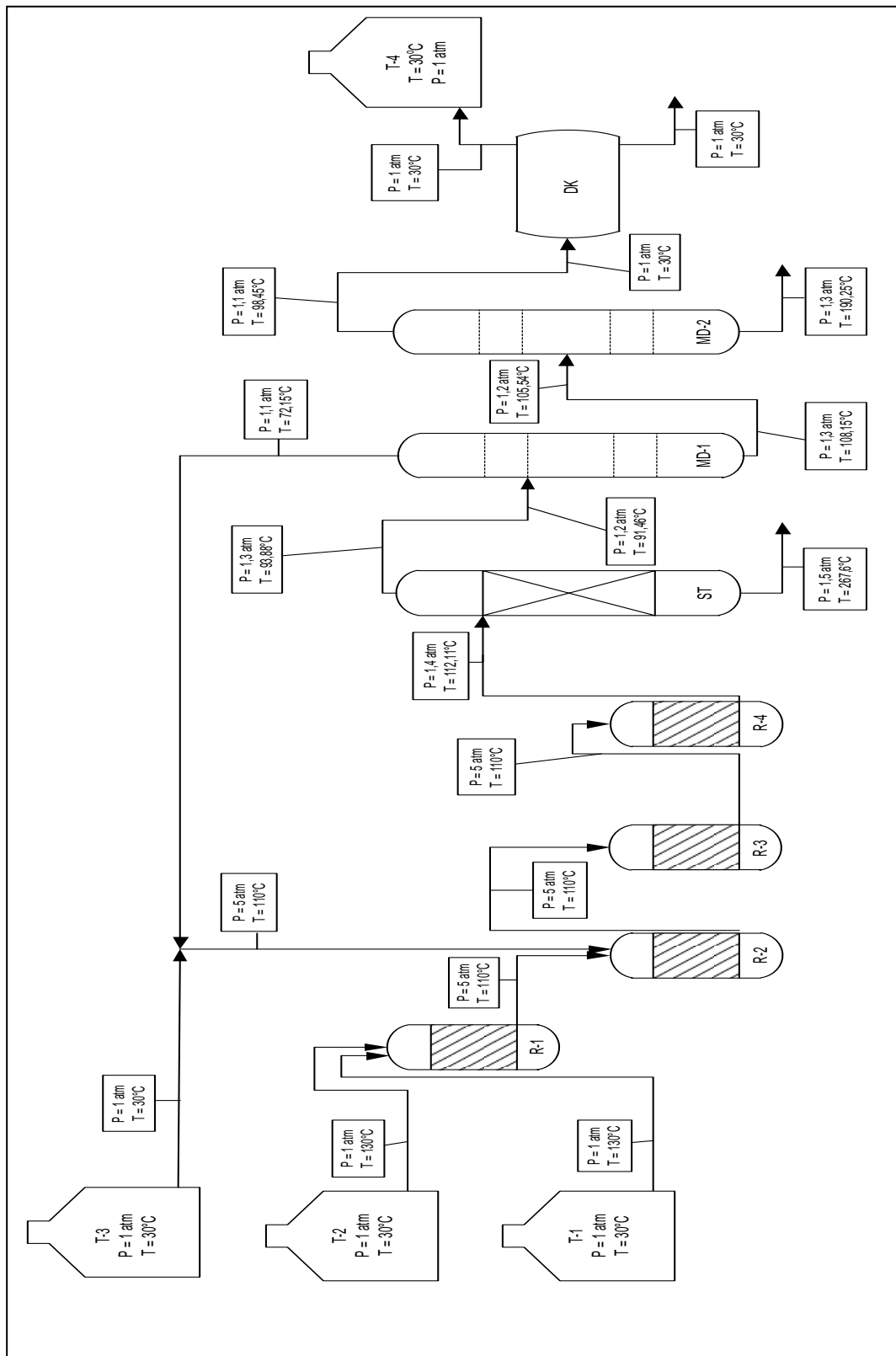
Reaksi esterifikasi

Reaksi:

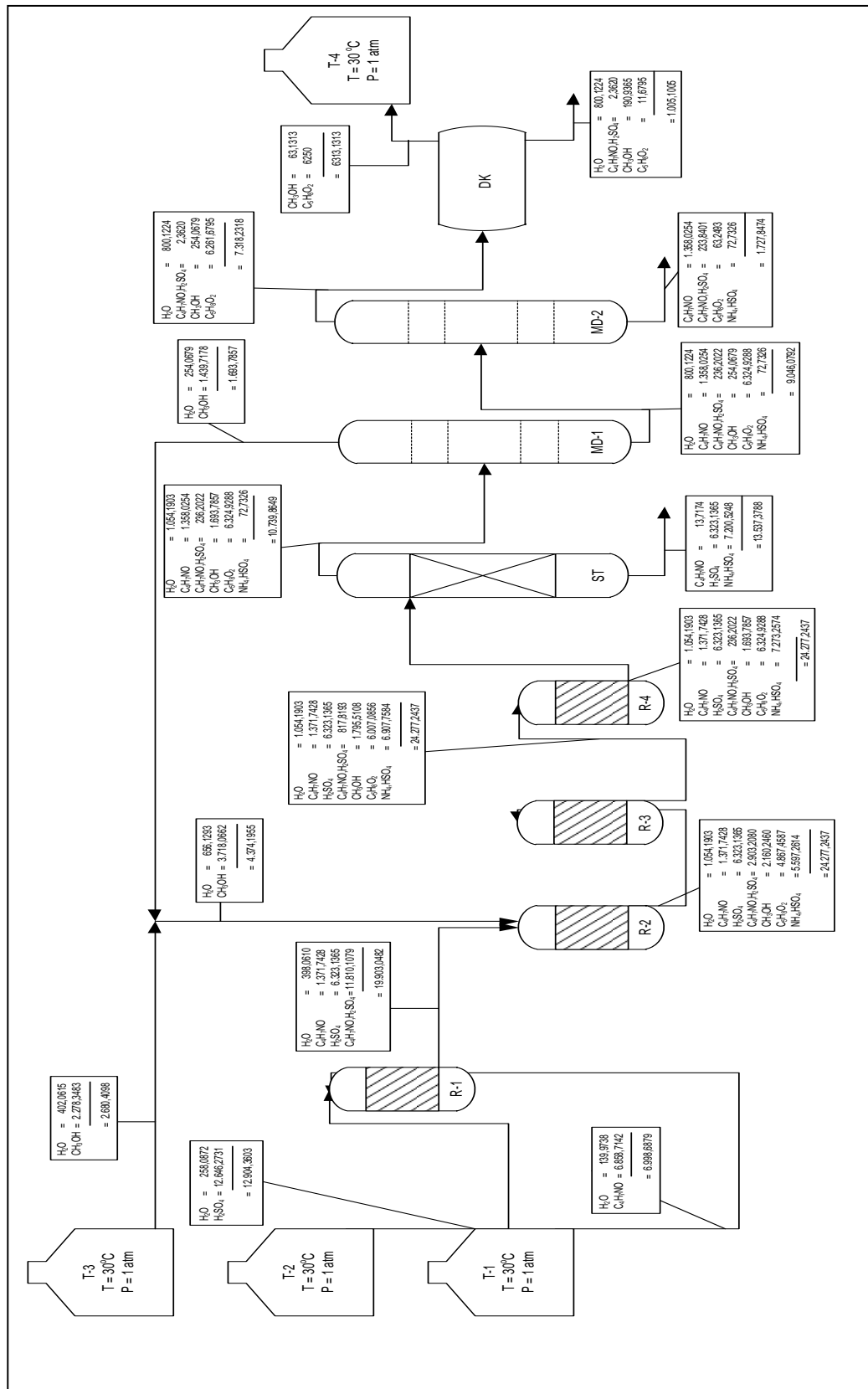


Proses pembentukan MMA pada reaksi hidrolisis merupakan reaksi endotermis, sedangkan pada reaksi esterifikasi merupakan reaksi eksotermis. Kedua reaksi berjalan pada fase cair-cair di dalam Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB), yang mana masing-masing reaksi pada suhu dan tekanan 130°C, 1 atm; dan 110°C, 5 atm.

Adapun tinjauan untuk melihat lebih detail dari hasil perancangan dapat dilihat pada gambar 1.1. dan 1.2.



Gambar 1.1. Diagram Alir Kualitatif



Gambar 1.2. Diagram Alir Kuantitatif

E. Spesifikasi Alat Utama Proses

1. Reaktor 1 (R-1)

Spesifikasi alat

| | |
|--------------------|--|
| Nama | : R-1 |
| Fungsi | : Untuk mereaksikan antara aseton sianohidrin dengan asam sulfat menjadi metakrilamid sulfat |
| Operasi: | : kontinyu |
| Jumlah | : 1 buah |
| Suhu | : 130°C |
| Tekanan | : 1 atm |
| Diameter | : 3,5384 m |
| Tinggi | : 4,9896 m |
| Volume | : 43,2759 m ³ |
| Jenis | : Reaktor Alir Tangki Berpengaduk |
| Jenis <i>Head</i> | : <i>Torispherical head</i> |
| Bahan konstruksi | : <i>Carbon steel SA 53 grade B</i> |
| Pengaduk | |
| Jenis | : Turbin |
| Kecepatan | : 200 rpm |
| Diameter | : 1,1795 m |
| Motor | : <i>Variable-speed belt</i> |
| <i>Power motor</i> | : 60 hp |
| Pemanas | |
| Jenis | : Koil |
| Medium | : <i>Steam</i> suhu 310°C |
| Luas penampang | : 39,3126 m ² |
| Tebal koil | : 2 in |

2. Reaktor 2, Reaktor 3, Reaktor 4 (R-2, R-3, R-4)

Spesifikasi alat

| | |
|--------------------|--|
| Nama | : R-2, R-3, R-4 |
| Fungsi | : Untuk mereaksikan metakrilamid sulfat yang keluar dari R-1 dengan metanol menjadi MMA dan amonium bisulfat |
| Operasi: | : kontinyu |
| Jumlah | : 3 buah |
| Suhu | : 110°C |
| Tekanan | : 5 atm |
| Diameter | : 3,0413 m |
| Tinggi | : 4,2970 m |
| Volume | : 27,5835 m ³ |
| Jenis | : Reaktor Alir Tangki Berpengaduk |
| Jenis <i>Head</i> | : <i>Torispherical head</i> |
| Bahan konstruksi | : <i>Carbon steel SA 53 grade B</i> |
| Pengaduk | |
| Jenis | : Turbin |
| Kecepatan | : 215 rpm |
| Diameter | : 1,0138 m |
| Motor | : <i>Variable-speed belt</i> |
| <i>Power motor</i> | : 35 hp |
| Pendingin | |
| Jenis | : Koil |
| Medium | : Air pendingin suhu 30°C |
| Luas penampang | : 29,0432 m ² |
| Tebal koil | : 1,5 in |

3. *Stripper* (ST)

Spesifikasi alat

Nama : ST

Fungsi : Memisahkan asam sulfat dan amonium bisulfat dari campuran

Operasi : kontinyu

Jumlah : 1 buah

Jenis : *Plate Sieve Tray*

Bahan konstruksi : *Carbon steel SA 53 grade B*

Kondisi Operasi

Kondisi Operasi Atas :

Tekanan : 1,3 atm

Suhu : 93,88°C

Kolom Distilasi Bawah

Tekanan : 1,5 atm

Suhu : 267,6°C

Tebal *head* : 1/4 in

Tebal shell : 3/16 in

Tinggi *head* : 0,3391 m

Diameter : 1,5922 m

Tinggi stripper : 32,2943 m

Utilitas : *steam* suhu 310°C

4. Menara Destilasi 1 (MD-01)

Spesifikasi alat

Nama : MD-01

Fungsi : Memisahkan metanol untuk digunakan lagi dalam proses (*recycle*)

Operasi : kontinyu

Jumlah : 1 buah

Jenis : *Plate Sieve Tray*

Bahan konstruksi : *Carbon steel SA 53 grade B*

Kondisi Operasi

Kondisi Operasi Atas :

Tekanan : 1,1 atm

Suhu : 72,15°C

Kondisi Operasi Bawah

Tekanan : 1,3 atm

Suhu : 108,15°C

Tebal *head* : 3/16 in

Tebal shell : 3/16 in

Tinggi *head* : 0,1989 m

Diameter : 0,7945 m

Tinggi menara : 5,1172 m

Utilitas : *steam* suhu 310°C

5. Menara Destilasi 2 (MD-2)

Spesifikasi alat

Nama : MD-2

Fungsi : Memisahkan MMA dari pengotor ACH, MS,
dan amonium bisulfat

Operasi : kontinyu

Jumlah : 1 buah

Jenis : *Plate Sieve Tray*

Bahan konstruksi : *Carbon steel SA 53 grade B*

Kondisi Operasi

Kondisi Operasi Atas :

Tekanan : 1,1 atm

Suhu : 98,45°C

Kondisi Operasi Bawah

Tekanan : 1,3 atm

Suhu : 190,25°C

| | |
|--------------------|---------------------------|
| Tebal <i>head</i> | : 3/16 in |
| Tebal shell | : 3/16 in |
| Tinggi <i>head</i> | : 0,2855 m |
| Diameter | : 1,2390 m |
| Tinggi menara | : 11,4425 m |
| Utilitas | : <i>steam</i> suhu 310°C |

6. Dekanter (DK)

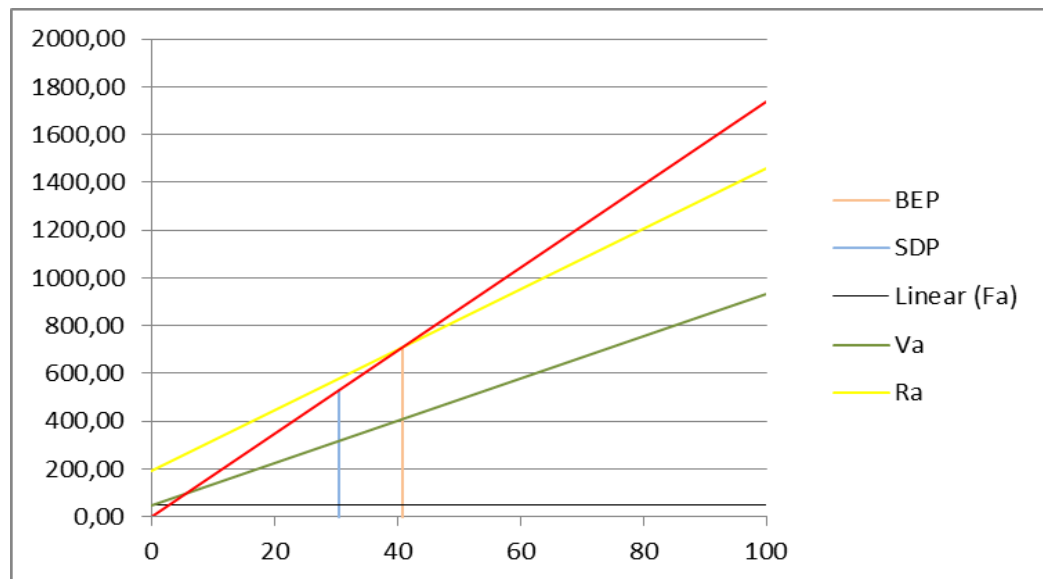
Spesifikasi alat

| | |
|------------------|---|
| Nama | : DK |
| Fungsi | : Memisahkan MMA-metanol dari metakrilamid sulfat-air |
| Operasi: | : kontinyu |
| Jumlah | : 1 buah |
| Jenis | : <i>Drum</i> |
| Bahan konstruksi | : <i>Carbon steel SA 53 grade B</i> |
| Volume | : 20,0866 m ³ |
| Pajang | : 5,0197 m |
| Diameter | : 2,0910 m |
| Tekanan | : 1 atm |
| Temperatur | : 30°C |

F. Analisis Ekonomi

Pabrik ini menggunakan modal tetap sebesar Rp 368.753.068.496,16 dan modal kerja sebesar Rp 311.293.516.026,15. Dari hasil analisis ekonomi diperoleh parameter-parameter ekonomi sebagai berikut: *Percent Return On Investment* (ROI) sebelum pajak sebesar 74,76% dan setelah pajak sebesar 52,33%; *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak sebesar 1,2 tahun sedangkan setelah pajak sebesar 1,6 tahun; *Break Even Point* (BEP) sebesar 41%; *Shut Down Point* (SDP) sebesar 30,55%; dan *Discounted Cash Flow* (DCF) sebesar 53,09%.

Adapun untuk gambar hasil analisis dapat dilihat sebagai berikut :



Gambar 1.4. Grafik analisa ekonomi

G. Kesimpulan

Pabrik metil metakrilat digolongkan pabrik beresiko cukup rendah, karena pabrik beroperasi pada suhu dan tekanan yang tidak terlalu tinggi.

Analisa kelayakan ekonomi pabrik metil metakrilat dinyatakan sebagai berikut:

1. Kentungan sebelum pajak sebesar Rp. 275.692.366.494,05 per tahun dan keuntungan setelah pajak sebesar Rp. 192.984.656.545.84 per tahun.
2. *ROI (Return On Investment)* sebelum pajak adalah 74,76%.
ROI (Return On Investment) sesudah pajak adalah 52,33%.
ROI (Return On Investment) sebelum pajak untuk pabrik beresiko rendah minimal 11% (Aries dan Newton, 1955).
3. *POT (Pay Out Time)* sebelum pajak adalah 1,2 tahun
POT (Pay Out Time) sesudah pajak adalah 1,6 tahun
POT (Pay Out Time) sebelum pajak untuk pabrik beresiko rendah maksimal 5 tahun (Aries dan Newton, 1955).

4. *BEP (Break Event Point)* adalah 41% dan *SDP (Shut Down Point)* adalah 30,55%. *BEP* untuk pabrik kimia pada umumnya berkisar antara 40%-60%.
5. *DCF (Discounted Cash Flow)* adalah 53,09%. *DCF* yang dapat diterima harus lebih besar dari bunga pinjaman di bank. Besarnya *DCF* untuk pabrik beresiko rendah minimal 1,5 kali besarnya bunga bank. Untuk perancangan pabrik metil metakrilat ini bunga bank diperkirakan sebesar 37,5%.

Berdasarkan hasil dari analisis kelayakan ekonomi tersebut diperoleh kesimpulan bahwa pabrik metil metakrilat layak untuk didirikan dan dikaji lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2012, "*Methyl Methacrylate*", <http://www.ihs.com/products/chemical/planning/ceh/methyl-methacrylate.aspx>, diakses rabu, 17 April 2013, pukul 21.00 WIB
- Anonim, 2013, "*Statistik Perdagangan Luar Negeri Indonesia*", Badan Pusat Statistik, Jakarta, <http://www.bps.go.id>, diakses Jum'at 3 Februari 2013, pukul 20.07 WIB
- Aries, R.S., dan Newton R.D., 1955, "*Chemical Engineering Cost Estimation*", Mc.Graw Hill Book Company, New York
- Gupta, J.P., dan Edwards, D.W., 2003, "*A Simple Graphical Method for Measuring Inherent Safety*", Universitas Loughborough, Inggris
- Kirk, R.E., dan Othmer, D.F., 1995, "*Encyclopedia of Chemical Technology*" Vol. 16, 4th ed, Interscience Publishing, New York
- Weissermel, K., dan Jorgen, H., 2003, "*Industrial Organic Chemistry*", John Wiley and Son's Publishing, Germany